

## •TECHNICAL REFERENCE•

### DESICCANT COOLING SYSTEM

Ryozo Kamata: Advisor, Nichimen Engine Sales Co.

Kirk Jacobs: Vice President, Overseas Sales, Engelhard/ICC

The conventional air-conditioners have employed flon (CFC) as the coolant, and, even though it involves an issue to be banned in the future, an air-conditioner not utilizing flon has not been realized because it is inexpensive and efficient and also because of a delay in the development of alternative coolant.

As to the desiccant cooling system (desiccant = drying agent or moisture-absorbing agent) introduced herein, its "principle" has been known for a considerable period among those involved in the field even in Japan, and has been investigated in various locations, but the commercial introduction has been delayed because of the high initial cost.

However, owing to the very recent technical development by Engelhard/ICC, U.S., realization of cost of a commercial level is now in sight. The conventional system processes, in air processing, the temperature (sensible heat) and the humidity (latent heat) at the same time, but the desiccant cooling system (hereinafter abbreviated as "DCS" system) is to process these separately.

In DSC, at first attention is paid to the moisture (latent heat) and the moisture in the air is removed, and then the "dry air" is suitably cooled and supplied to the interior of a room. This cooling does not rely on a flon-based refrigerator but merely utilizes a heat exchanger and a water-spraying evaporator.

In the conventional air-conditioner, in air-conditioning of summertime of high temperature and high humidity in Japan, the temperature and the humidity are processed at the same time, but a lowered temperature increases the humidity, thus resulting in an unpleasant feeling. For this reason, the humidity is lowered by an overcooling, and the overcooled air is "re-heated" in order to obtain an comfortable temperature.

The electric cost for such re-heating is never negligible, and "non-controlled" air-conditioning, disregarding humidity, is often used in practice. When one enters a well-cooled hotel lobby after sweating in a hot summer day, the sweating does not stop easily because of the "non-controlled" air-conditioning, disregarding humidity.

Also the frozen food zone in the supermarket is excessively cold because the cold air leaks from the frozen showcase, in addition to the ordinary air-conditioning, and this also indicates the problem in the current air-conditioning system of simultaneously processing the temperature and humidity.

The merits of DCS has been sufficiently understood in various senses such as the possibility of much external air intake, but, in Japan, the commercial use has not been adopted because of the high initial cost as described above.

On the other hand, in the U.S., even the conventional expensive DCS has recently been adopted particularly in the supermarkets, partly owing to a subsidy by the utility companies depending on the energy situation in each state. When it becomes less expensive, the demand is expected to grow more and more.

The Engelhard/ICC is a joint venture company of Engelhard which is a chemical company eminent in catalysts, pigments and precious metals in the world, and ICC Technology which is a venture business for DCS, starting from cogeneration equipment.

The moisture eliminating agent [ETS] (Engelhard Titanium Silicate) of zeolite type of very high performance, developed by Engelhard, was successfully adopted by ICC Technology, in the rotor, in place for prior the moisture eliminating agent of silica gel base, and, after the joint venture has been established, technologies of both companies have been united to make an advancement on the rotor manufacturing process of conventional winding corrugation type, thus accomplishing development of a rotor of a complete honeycomb structure (each flute being shaped as a regular hexagon) having a large surface area.

This rotor is formed from a special plastic paper as the raw material, but has a producing method suitable for mass production, and has a structure of a light weight with a very little pressure drop. The special plastic paper is coated with the aforementioned new moisture eliminating agent [ETS] to obtain a moisture eliminating rotor (wheel), but the rotor before coating can be used as a sensible heat exchange rotor of a high performance.

Thus, the Engelhard/ICC now has a prospect, in combination with the mass production system, of inexpensively providing a set of rotors for moisture elimination and heat exchange, as an alternative for the set of the silica gel moisture eliminating rotor and the aluminum sensible heat rotor.

The structure and function of this unit are as explained in Fig. 1: "schematic view of equipment structure and air flow".

Engelhard/ICC is currently in a state capable of providing units called "Desi Air" and "Desert Cool", and, in the units of both types, the regenerated heat can be obtained without cost, by utilizing the waste heat from co-generator as the regeneration heat source. A large energy is not required for rotation of rotor and air blowing, and the maintenance cost is also low.

Also in Japan, it is attracting attention of large gas companies, and the introduction into Japan will be approaching. Engelhard/ICC is wishing to introduce this system to more customers in Japan. For those having interest in this system, please contact followings:

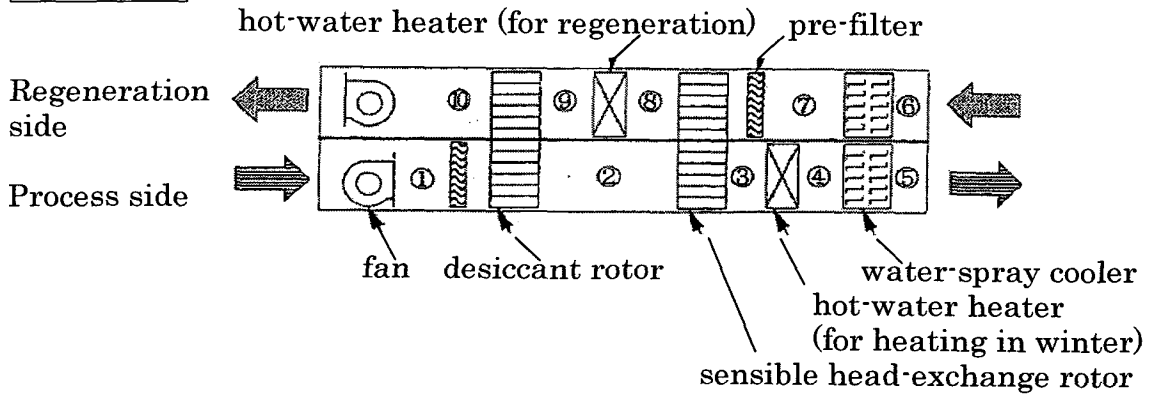
[Contact address]

Nichimen Engine Sales Co.  
Ueda Bldg., 10-2 Higashi Matsushita-cho,  
Chiyoda-ku Tokyo 101  
Telephone: 03-3258-9009                      Fax: 03-3258-9035

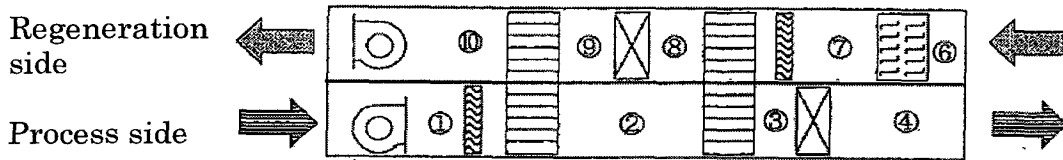
\*\*\*      \*\*\*      \*\*\*

Fig. 1: Schematic view of equipment structure and air flow

**Desert Cool**



**Desi-Air**



- Note 1. All external air intake is possible both in the process side and regeneration side.
2. Desert Cool is different in structure merely by mounting a water-spray cooler at the supply outlet of Desi-Air.

\*\*\*      \*\*\*      \*\*\*

### [Explanation of air flow in Desert Cool]

\* Air (1) ( $32^{\circ}\text{C}$ , A.H. =  $20.5 \text{ g/kg}$ ) introduced from the process side inlet passes the desiccant rotor (moisture eliminating rotor) by the fan, and the dry air obtained in (2) is elevated to a dry bulb temperature of about  $50^{\circ}\text{C}$ , because the rotor itself in the regeneration side is heated by the regenerated hot air and because of a heat of adsorption generated when the desiccant (adsorbent) adsorbs the moisture in the air.

For the purpose of cooling, as the sensible heat-exchange rotor is cooled at the regeneration side, the dry air (3) obtained by passing the same is cooled to about  $27$  to  $28^{\circ}\text{C}$ .

In summertime, for the purpose of further cooling, the air is further passed through the water-spray cooler to obtain a supply air of about  $19^{\circ}\text{C}$  (A.H. =  $12.5 \text{ g/kg}$ ).

In case of use in combination with a conventional air-conditioner, the water-spray cooler is unnecessary, and the capacity of the air-conditioner may be about a half of the conventional case.

\* External air (6) introduced from the regeneration side inlet is cooled in passing the water-spray cooler (7), and cools the sensible heat-exchange rotor (in wintertime, the water-spray cooler may not be used depending on the external temperature).

Air (8) is heated by a certain extent since the sensible heat rotor is heated at the regeneration side, but the moisture eliminating rotor is insufficient in (regenerating) temperature in order to desorb the moisture adsorbed in the process side. Therefore the air is elevated (9) in temperature to  $80$  to  $90^{\circ}\text{C}$  by the hot-water heater, and is passed through the moisture eliminating rotor to release the moisture therein, and the air (10) of high temperature and high humidity is released by the fan to the exterior through the regeneration outlet.

\* For the regeneration heat source, a hot-water boiler is generally anticipated, but a waste heat from a co-generator or the like may naturally be utilized.

The moisture eliminating rotor currently has a regeneration heat source temperature of  $80$  to  $90^{\circ}\text{C}$ , but Engelhard/ICC has a prospect of developing a novel zeolite (ETS) that enables a regeneration temperature of about  $60^{\circ}\text{C}$ , so that the extent of utilizing the waste heat will be drastically widened in the future.

\* The moisture eliminating rotor has a revolution of about 15 to 16 rpm, and the sensible heat-exchange rotor has a revolution of about 10 to 15 rpm.

\* Engelhard/ICC is currently producing a unit of 10 metric refrigeration tons, but will be engaged in the development of large-sized unit and middle/small-sized unit in succession. As regards the units for Japanese market, cooperation with Japanese air-conditioning companies is naturally taken into the outlook.

\*\*\*      \*\*\*      \*\*\*

## ●技術資料●

## デシカント・クーリング・システム

鎌田 亮三

ニチメン原動機販売㈱アドバイザー

カーク・ジャコブス

エンゲルハード／ICC海外販売担当副社長

従来の空調機は冷媒としてフロン (CFC) を使用していて、その将来的使用禁止の命題を抱えているにもかかわらず、それが安価で効率的であること、および代替冷媒の開発の遅れもあってフロンを使用しない空調機の実現には到っていない。

ここに紹介するデシカント・クーリング・システム (デシカント=desiccant: 乾燥剤, 吸湿剤) は、その「原理」はかなり以前から日本でも関係者間では知られたものであり、各所で研究がなされていたが、イニシャルコスト高の事情により導入が見送られてきていた。

しかし、ごく最近、米国のエンゲルハード／ICC による技術開発により、ようやく実用化レベルのコストに収められるめどがついてきた。従来システムでは、空気処理にあたって温度 (顕熱) と湿度 (潜熱) とを同時処理していたが、デシカント・クーリング・システム (以下「DCS」と略称) では、これを別個に処理しようとするものである。

DCS によれば、まず湿度 (潜熱) に着目、最初に空気中の水分を取り除き、次いでその「乾燥空気」を適度に冷却して室内に供給する。この冷却にはフロン冷凍機のお世話にならない。熱交換機と散水式蒸発機を使用するだけである。

従来型エアコンでは、高温高湿度の日本の夏期

の空調に際しては、温度と湿度の同時処理を行うが、温度が下がれば相対湿度が上がり、不快感をもたらす。そのため過冷却を行って湿度を下げる。快適温度に持ってくるために過冷却された空気を「再熱」している。

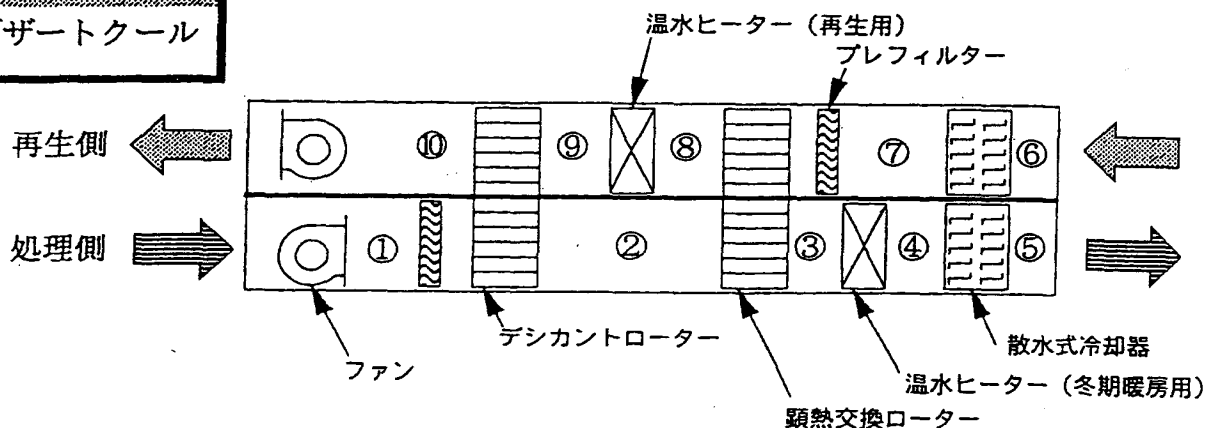
この再熱のための電気代はバカにならず、通常は湿度を無視した「成り行き」空調の現実が多いわけである。暑い夏に汗をかきながらせっかくよく冷えたホテルのロビーに来て、汗がなかなか止まらないのは湿度を無視した「成り行き空調」のためである。

また、スーパーの冷凍食品ゾーンが寒過ぎるのは、通常空調の上にさらに冷凍ショーケースからの冷気が漏れ出てくるため、これも温度・湿度同時処理の現行空調方式に問題があるわけである。

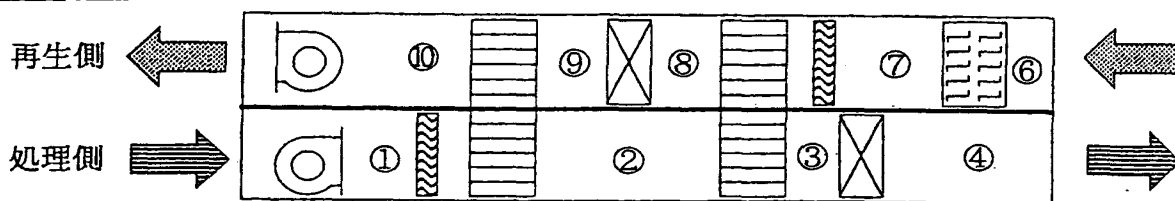
またその方式の故に、多くの外気取り入れが可能であるなど、いろいろな意味で DCS のメリットは十分理解されていたのではあるが、前述のごとくイニシャルコストが高くつくということで実用化が見送られてきていたのが日本の実情である。

ところが米国では各州ごとのエネルギー事情によるユーティリティ会社による補助金制度などもあって、とくにスーパーでは従来の高価な DCS でも近年積極的に採用して来ている。これが安価と

## デザートクール



## デシエア



- (注) 1. 処理側、再生側ともにオール外気取り入れ可能。  
2. デザートクールは構造的にはデシエアの供給出口に散水式冷却器を取付けただけの違い。

図-1 機器構成とエアフロー概念図

なるとますます需要が伸びると見込まれる。

エンゲルハード／ICC 社とは、触媒・顔料・貴金属などの分野で世界有数の化学会社であるところのエンゲルハード社と、コジェネ機器から出発した DCS のベンチャー会社の ICC テクノロジー社との合併企業である。

エンゲルハード社にて開発に成功したゼオライト系の非常に高性能の除湿剤『ETS』(Engelhard Titanium Silicate) を、ICC テクノロジー社が従来使用していたシリカゲルベースの除湿剤に代替してローターに使用することに成功、さらにこの合併企業になってから、両社の技術を結合し、従来のコリュゲーションタイプの巻き上げ方式のロ

ーター製造方式から一歩進め、表面積の多く取れる完全なハニカム構造（各フルートが正六角形になっている）のローターの開発をなし遂げるに到った。

このローターは特殊プラスチック紙を素材とするが、大量生産に適した製法となっており、軽量かつ非常に圧損（プレッシャードロップ）の少ない構造である。この特殊プラスチック紙に前述の新除湿剤『ETS』をコーティングして除湿ローター（ホイール）が出来上がるが、コーティング前のローターはそのまま高性能の顕熱交換ローターとして使用出来る。

かくてエンゲルハード／ICC 社は、大量生産体



### 〔デザートクールのエアフローの説明〕

\* 処理側入口から取り入れられた空気① ( $32^{\circ}\text{C}$ , A. H. =  $20.5 \text{ g/kg}$ ) はファンによりデシカントローター (除湿ローター) を通過するが、②で得られる乾燥空気は再生側でローター自体が再生温風により加熱されているため、および乾燥剤 (吸着剤) が空気中の水分を吸着する際に発生する吸着熱のために、 $50^{\circ}\text{C}$  程度に乾球温度が上昇している。

これを冷却させるために再生側で顕熱交換ローターが冷却されているので、それを通過して得られる乾燥空気③は  $27\sim 28^{\circ}\text{C}$  程度まで低下する。

夏期にはさらに冷却させるために散水式冷却器を通過させ  $19^{\circ}\text{C}$  程度 (A. H. =  $12.5 \text{ g/kg}$ ) の供給空気を得ることができる。

従来型のアエアコンとの併用の場合、散水式冷却器は不要であり、かつアエアコン能力は従来の半分程度で十分である。

\* 再生側入口から取り入れられた外気⑥は散水式冷却器通過時に冷却され⑦、顕熱交換ローターを冷却する (冬期は外気温によっては散水式冷却器は不使用で可)。

⑧の空気は処理側で顕熱ローターが加熱されて

いるためある程度上昇するが、除湿ローターは処理側で吸着した水分を脱着させるためには (= 再生) 温度不十分であるので、温水ヒーターにより  $80\sim 90^{\circ}\text{C}$  に空気温を高め⑨、除湿ローターを通過させることによりローター内の水分を解放し、ファンにより高温高湿空気⑩を再生出口から外部に放出する。

\* 再生熱源は、通常温水ボイラーを予定しているが、コージェネなどの排熱を利用することはもちろん可能である。

なお、除湿ローターの現在の再生熱源温度は  $80\sim 90^{\circ}\text{C}$  であるが、エンゲルハード/ICC では再生温度を  $60^{\circ}\text{C}$  近辺で可能ならしめる新ゼオライト (ETS) の開発のめどもつけているので、将来的には排熱利用の幅は飛躍的に拡がると見られる。

\* 除湿ローターの回転は  $15\sim 16 \text{ rph}$ , 顕熱交換ローターは  $10\sim 15 \text{ rpm}$  程度である。

\* エンゲルハード/ICC では、当面  $10 \text{ m}$  冷凍トンユニットを製作するが、順次大型ユニット、中小型ユニットの開発に努めて行く。日本向けユニットとしては日本の空調関係業者との取り組みも当然、今後の視野に入れている。

制と相まって、除湿と熱交のローターのセットを、シリカゲル除湿ローターならびにアルミ顕熱ローターのセットの代替品として安価提供できる見通しを立てるに到った。

このユニットの仕組みと働きについては図-1の「機器構成とエアフローの概念図」に説明する通り。

エンゲルハード/ICC 社は、現段階では「デシエア」「デザートクール」と呼称するユニットの提供が出来る態勢にあるが、この両タイプのユニットとともに、再生熱源としてコージェネからの排熱を利用すれば再生熱は無償で得られるということになる。ローターの回転や送風にも大きなエネ

ルギーは必要ではなく、メンテナンスコストも安上がりである。

日本でも大手ガス会社の強い関心をひいており、日本への導入の日は近付いているといえる。エンゲルハード/ICC 社としてはさらに多くの日本の顧客に本システムの紹介をしていきたいと考えている。本システムに関心のある方は、下記連絡先へ。

#### 〔連絡先〕

〒101 東京都千代田区東松山下町10-2 (上田ビル)  
ニチメン原動機販売㈱

TEL : (03)3258-9009 FAX : (03)3258-9035